

**KESAN PENGGANTIAN SEPARA TEPUNG GANDUM,
TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) DAN
POLIDEKSTROSA KE ATAS CIRI-CIRI KUALITI MUFIN
KURANG LEMAK**

Oleh

SITI SHAFINI MUHAMAD

**Tesis yang diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi ijazah
sarjana sains**

Jun 2007

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani..

Alhamdulillah, kesyukuran dipanjatkan kepada Illahi kerana dengan izin dan limpah kurniaNya dapatlah saya melengkapkan projek penyelidikan ini. Jutaan terima kasih diucapkan kepada penyelia saya, Profesor Madya Dr Noor Aziah Abdul Aziz di atas segala tunjuk ajar, nasihat, kritikan membina dan sokongan yang diberikan sepanjang penyelidikan ini.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada semua pensyarah Pusat Pengajian Teknologi Industri, pembantu-pembantu makmal (En Joseph, En Azmaizan, En Zakaria, En Zainoddin dan En Hafiz), pihak Institut Pengajian Siswazah, USM dan pekerja-pekerja Tropical Fruit Farm.

Buat rakan-rakan seperjuangan Chah, Nor, Nisah, Yana, K'Nani, Idah, Ina, Mardiana, Linda, Kish, Khuzma, Ubai, Yani serta semua pelajar sarjana Teknologi Makanan. Terima kasih diucapkan atas galakan serta bantuan yang ikhlas dan sentiasa menceriakan suasana.

Teristimewa buat keluarga dan yang dikasihi terima kasih yang tak terhingga kerana memahami serta memberi bantuan, dorongan dan doa sepanjang menjayakan penyelidikan ini. Buat arwah ayah yang dikasihi semoga Allah mencucuri rahmatNya.

Akhir kata TERIMA KASIH UNTUK SEGALANYA!!

SITI SHAFINI MUHAMMAD

JUN 2007

SENARAI KANDUNGAN

	HALAMAN
Penghargaan	ii
Senarai Kandungan	iii
Senarai Jadual	viii
Senarai Rajah	ix
Senarai Gambar	xi
Abstrak	xii
Abstract	xiv
 BAB 1 PENGENALAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
 1.2 OBJEKTIF KAJIAN	4
 BAB 2 TINJAUAN LITERATUR	
2.1 NANGKA	5
2.1.1 Latar Belakang	5
2.1.2 Pengeluaran dan Pasaran Nangka di Malaysia	6
2.1.3 Struktur Biji Nangka	7
2.1.4 Komposisi Kimia	8
2.1.4.1 Karbohidrat	9
2.1.4.1.1 Kanji	9
2.1.4.1.2 Oligosakarida	12
2.1.4.2 Protein	14
2.1.4.3 Lemak	15
2.1.4.4 Vitamin dan Mineral	16
2.1.5 Penggunaan Biji Nangka	16
 2.2 TEPUNG KOMPOSIT	17
2.2.1 Latar Belakang	17
2.2.2 Kebaikan Tepung Komposit	18
2.2.3 Tepung Biji Nangka Sebagai Tepung Komposit	19

2.3 GENTIAN DIETARI	21
2.3.1 Definisi dan Komposisi Gentian Dietari	21
2.3.2 Sifat-sifat Pemakanan Gentian Dietari	24
2.4 KANJI RINTANG	26
2.4.1 Latar Belakang	26
2.4.2 Kesan Fisiologi Kanji Rintang	27
2.5 LEMAK	29
2.5.1 Fungsi Lemak di Dalam Produk Bakeri	29
2.6 PENGGANTI LEMAK	31
2.6.1 Definisi Pengganti Lemak	31
2.6.2 Jenis-jenis Pengganti Lemak	33
2.6.2.1 Pengganti Lemak Berasaskan Lemak	33
2.6.2.2 Pengganti Lemak Berasaskan Protein	34
2.6.2.3 Pengganti Lemak Berasaskan Karbohidrat	35
2.6.3 Polidekstrosa Sebagai Pengganti Lemak	35
2.6.3.1 Sifat-sifat Fizikal dan Berfungsi Polidekstrosa	36
2.6.3.2 Aplikasi Polidekstrosa di Dalam Produk Bakeri	38
2.6.3.3 Peraturan dan Keselamatan Polidekstrosa Sebagai Pengganti Lemak	39
2.6.4 Perlabelan produk rendah lemak	40
2.7 PASARAN PRODUK BAKERI DI MALAYSIA	41
2.8 MUFIN	43
2.8.1 Definisi Bagi Mufin	43
2.8.2 Sejarah Mufin	43
2.8.3 Ciri-ciri Mufin	44
2.8.4 Kesan Ramuan Terhadap Kualiti Mufin	45
2.9 PENSTORAN	48
2.9.1 Perubahan Pada Produk Bakeri Semasa Penstoran	48
2.9.2 Penghapakan	48
2.9.3 Teori Bagi Mekanisme Penghapakan	49
2.9.3.1 Retrogradasi Kanji	50

2.9.3.2 Migrasi Lembapan	51
2.9.3.3 Protein (Gluten)	53
2.9.3.4 Model Kombinasi	56
2.9.4 Faktor Lain Yang Mempengaruhi Kadar Penghapakan	59
2.9.4.1 Suhu Penstoran	59
2.9.4.2 Pemprosesan	60
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	
3.1 PENYEDIAAN SAMPEL	61
3.1.1 Penyediaan Tepung Biji Nangka (TBN)	61
3.1.2 Formulasi Mufin dan Kaedah Penyediaan	61
3.2 ANALISIS FIZIKAL DAN FIZIKO-KIMIA ADUNAN DAN MUFIN	63
3.2.1 Pengukuran Graviti Spesifik Adunan	63
3.2.2 Pengukuran Kelikatan Adunan	64
3.2.3 Pengukuran pH Adunan	64
3.2.4 Pengukuran Ketinggian Mufin	65
3.2.5 Pengukuran Isipadu Mufin	65
3.2.6 Pengukuran Isipadu Spesifik Adunan	65
3.3 ANALISIS WARNA	65
3.4 PENENTUAN KANDUNGAN AMILOSA TEPUNG	66
3.5 ANALISIS PROKSIMAT	66
3.5.1 Penentuan Lembapan (Kaedah 925.10-Pengeringan Oven)	67
3.5.2 Penentuan Protein (Kaedah 950.36-Kaedah Kjeldah)	67
3.5.3 Penentuan Lemak (Kaedah 922.06)	68
3.5.4 Penentuan Abu (Kaedah 923.03)	69
3.5.5 Penentuan Gentian Kasar (Kaedah 962.09E)	69
3.6 ANALISIS GENTIAN DIETARI	70
3.6.1 Penentuan Gentian Tak Larut ('Insoluble Dietary Fibre'-IDF)	71
3.6.2 Penentuan Gentian Larut ('Soluble Dietary Fibre'-SDF)	71
3.6.3 Pengiraan	71

3.7 PENENTUAN OLIGOSAKARIDA DAN GULA BEBAS	72
3.7.1 Pengekstrakan Sampel	72
3.7.2 Kromatografi	73
3.8 ANALISIS KANJI RINTANG	73
3.9 PENENTUAN KANDUNGAN MINERAL	74
3.9.1 Penyediaan Sampel	74
3.9.2 Penentuan Fosforus	75
3.9.3 Penentuan Zn, Cu, Na, Fe, K, Ca, dan Mg	75
3.10 ANALISIS MIKROSTRUKTUR DENGAN MENGGUNAKAN MIKROSKOP ELEKTRON PENSKANAN	76
3.11 PENILAIAN SENSORI	77
3.12 PENSTORAN MUFIN	77
3.12.1 Penentuan Aktiviti Air (a_w)	78
3.12.2 Penentuan Lembapan	78
3.12.3 Penentuan Amilosa Terlarut	78
3.12.4 Pengukuran Tekstur <i>Crumb</i>	79
3.13 ANALISIS STATISTIK	80
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1 GRAVITI SPESIFIK	81
4.2 KELIKATAN ADUNAN	83
4.3 NILAI PH ADUNAN	88
4.4 KETINGGIAN, ISIPADU DAN ISIPADU SPESIFIK MUFIN	89
4.5 ANALISIS WARNA <i>CRUST</i> DAN <i>CRUMB</i>	92
4.6 KANDUNGAN AMILOSA TEPUNG	96

4.7 KOMPOSISI PROKSIMAT MUFIN	97
4.8 KANDUNG GENTIAN DIETARI	101
4.9 KANDUNGAN OLIGOSAKARIDA DAN GULA BEBAS	107
4.10 KANDUNGAN KANJI RINTANG	111
4.11 KANDUNGAN MINERAL	117
4.12 MIKROSTUKTUR ADUNAN DAN MUFIN	119
4.13 PENILAIAN SENSORI MUFIN	131
4.14 PERUBAHAN KUALITI MUFIN SEMASA PENSTORAN	135
4.14.1 Aktiviti Air (a_w)	136
4.14.2 Kandungan Lembapan	140
4.14.3 Kandungan Amilosa Terlarut	147
4.14.4 Tekstur <i>Crumb</i>	152
BAB 5 KESIMPULAN	159
BAB 6 CADANGAN KAJIAN LANJUTAN	161
RUJUKAN	162
LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

JADUAL		HALAMAN
2.1	Keluasan tanaman nangka di Semenanjung Malaysia	7
2.2	Komposisi kimia biji nangka	8
2.3	Komposisi kimia kanji biji nangka	10
2.4	Komposisi oligosakarida yang biasa terdapat dalam makanan	12
2.5	Komposisi kimia dan oligosakarida bagi tepung biji nangka berbanding tepung naik sendiri.	20
2.6	Kepekatan gentian dietari di dalam makanan yang berbeza	22
2.7	Corak penghasilan asid lemak rantai pendek dari pelbagai substrat	28
2.8	Sifat-sifat fiziko-kimia bagi kumpulan polidekstrosa	37
2.9	Jumlah jualan bagi sektor produk bakeri Malaysia	42
2.10	Jumlah eksport Amerika Syarikat bagi produk roti dan bakeri ke beberapa negara sehingga April 2005 (dalam 1000 dolar US)	42
3.1	Formulasi muffin	62
4.1	Nilai graviti spesifik bagi adunan muffin	82
4.2	Nilai pH bagi adunan muffin	88
4.3	Keputusan bagi ketinggian, isipadu dan isipadu spesifik	90
4.4	Keputusan analisis warna <i>crust</i> dan <i>crumb</i> muffin	94
4.5	Kandungan amilosa tepung	96
4.6	Keputusan analisis komposisi kimia muffin (protein, lemak, abu, gentian kasar, karbohidrat) pada asas kering	98
4.7	Keputusan analisis oligosakarida dan gula bebas (g/100g) dalam sampel muffin	108
4.8	Kandungan kanji rintang di dalam adunan dan muffin	112
4.9	Kandungan mineral (mg/100g) bagi sampel muffin	118

SENARAI RAJAH

RAJAH	HALAMAN
2.1 Struktur molekul linear amilosa dan molekul bercabang amilopektin	11
2.2 Komposisi utama oligosakarida yang wujud dalam makanan	13
2.3 Pecahan gentian dietari	23
2.4 Struktur asid lemak	29
2.5 Struktur kimia polidekstrosa	36
2.6 Model retrogradasi kanji	51
2.7 Model migrasi lembapan	52
2.8 Ikatan hidrogen antara gluten dan kanji	54
2.9 Model interaksi gluten-kanji	56
2.10 Model bagi multi-komponen	57
2.11 Model bagi kanji dan gluten	58
2.12 Kesan suhu penstoran ke atas kadar penghapakan roti	60
3.1 Profil analisis tekstur daripada alat Penganalisa Tekstur TA-XT2	80
4.1 Perubahan dalam kelikatan adunan muffin dengan kadar ricih apabila ditambah tepung biji nangka dan polidekstrosa	85
4.2 Profil gentian dietari bagi adunan	102
4.3 Profil gentian dietari bagi muffin	104
4.4 Keputusan penilaian sensori muffin	132
4.5 Nilai aktiviti air (a_w) muffin pada penstoran suhu ambien ($30\pm 2^\circ\text{C}$)	137
4.6 Nilai aktiviti air (a_w) muffin pada penstoran suhu sejukbeku ($-18\pm 2^\circ\text{C}$)	138
4.7 Kandungan lembapan dalam <i>crumb</i> muffin pada penstoran suhu ambien ($30\pm 2^\circ\text{C}$)	141
4.8 Kandungan lembapan dalam <i>crust</i> muffin pada penstoran suhu ambien ($30\pm 2^\circ\text{C}$)	142
4.9 Kandungan lembapan dalam <i>crumb</i> muffin pada penstoran suhu sejukbeku ($-18\pm 2^\circ\text{C}$)	143
4.10 Kandungan lembapan dalam <i>crust</i> muffin pada penstoran suhu sejukbeku ($-18\pm 2^\circ\text{C}$)	144

RAJAH		HALAMAN
4.11	Kandungan amilosa terlarut pada penstoran suhu ambien (30±2°C)	148
4.12	Kandungan amilosa terlarut pada penstoran suhu sejukbeku (-18±2°C)	149
4.13	Nilai kekerasan <i>crumb</i> muffin pada penstoran suhu ambien (30±2°C)	153
4.14	Nilai kekerasan <i>crumb</i> muffin pada penstoran suhu sejukbeku (-18±2°C)	154

SENARAI GAMBAR

GAMBAR		HALAMAN
4.1	Mikrostruktur adunan K (a.b) dan K+P (c,d) pada dua magnifikasi berbeza	121
4.2	Mikrostruktur adunan 10% TBN (e.f) dan 10% TBN+P (g.h) pada dua magnifikasi berbeza	122
4.3	Mikrostruktur adunan 20% TBN (i,j) dan 20% TBN+P (k,l) pada dua magnifikasi berbeza	123
4.4	Mikrostruktur <i>crumb</i> mufin K (a.b) dan K+P (c,d) pada dua magnifikasi berbeza	126
4.5	Mikrostruktur <i>crumb</i> mufin 10% TBN (e.f) dan 10% TBN+P (g,h) pada dua magnifikasi berbeza	127
4.6	Mikrostruktur <i>crumb</i> mufin 20% TBN (i,j) dan 20% TBN+P (k,l) pada dua magnifikasi berbeza	128

**KESAN PENGGANTIAN SEPARA TEPUNG GANDUM, TEPUNG BIJI NANGKA
(*Artocarpus heterophyllus*) DAN POLIDEKSTROSA KE ATAS CIRI-CIRI KUALITI
MUFIN KURANG LEMAK**

ABSTRAK

Tepung gandum digantikan dengan tepung biji nangka (TBN) pada paras yang berbeza (0%, 10% dan 20%) berdasarkan jumlah berat tepung gandum dan 35% polidekstroza (P) digunakan sebagai pengganti lemak di dalam muffin. Kesemua sampel dikaji dari segi fiziko-kimia, sensori dan kualiti penyimpanan muffin pada suhu ambien ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan sejukbeku ($-18\pm 2^{\circ}\text{C}$). Penggantian TBN dan polidekstroza menunjukkan peningkatan dan penurunan pada graviti spesifik dan kelikatan adunan, masing-masing. Julat pH adunan adalah di antara 6.50 ke 6.70. Ciri-ciri fizikal muffin (ketinggian, isipadu dan isipadu spesifik) telah menurun secara signifikan ($p<0.05$) dengan penambahan TBN. Warna bagi *crumb* dan *crust* menunjukkan penurunan nilai L dan hue serta peningkatan nilai a dan b dengan penggantian TBN. Muffin dengan penggantian TBN (10% TBN, 10% TBN+P, 20% TBN dan 20% TBN+P) menunjukkan peningkatan secara signifikan ($p<0.05$) dalam kandungan lembapan, protein, abu dan gentian kasar berbanding muffin kawalan (K dan K+P). Muffin dengan penggantian polidekstroza (K+P, 10% TBN+P, 20% TBN+P) menunjukkan pengurangan kandungan lemak (26-38%) dan peningkatan kandungan karbohidrat (83.61-83.85%) dengan signifikan ($p<0.05$). Pembekuan telah meningkatkan kandungan gentian dietari dan kanji rintang di dalam muffin. Gentian dietari total (6.51-8.20%), gentian tak larut (4.65-6.33%), kanji rintang (4.40-6.71%) dan kandungan mineral (K, Ca, Mg dan Cu) dalam muffin didapati meningkat secara signifikan ($p<0.05$) dengan penggantian TBN. Penggantian TBN di dalam muffin telah mengurangkan komposisi stakiosa dan rafinosa dengan signifikan ($p<0.05$) berbanding kawalan. Stakiosa tidak dikesan di dalam muffin dengan polidekstroza. Imej SEM bagi adunan dengan polidekstroza menunjukkan granul kanji tidak jelas kelihatan tetapi kanji dari *crumb* muffin dengan penggantian TBN

menunjukkan derajat gelatinisasi kanji yang lebih tinggi berbanding muffin kawalan (K dan K+P). Keputusan penilaian deria menunjukkan kesemua muffin diterima dan tidak berbeza secara signifikan ($p \geq 0.05$). Kajian bagi parameter penghapakan (a_w , kandungan lembapan, amilosa terlarut dan tekstur) menunjukkan kadar penghapakan muffin berlaku dengan perlahan pada penstoran sejukbeku.

INFLUENCE OF PARTIAL SUBSTITUTION OF WHEAT FLOUR, JACKFRUIT SEED FLOUR (*Artocarpus heterophyllus*) AND POLYDEXTROSE ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF REDUCED FAT MUFFIN

ABSTRACT

Wheat flour was substituted with jackfruit seed flour (JSF) at different levels (0%, 10% and 20%) based on the weight of wheat flour and addition of 35% polydextrose (P) was substituted for fat in muffins. All samples were then evaluated for the physico-chemical, sensory and keeping quality of muffins at ambient ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$) and frozen ($-18\pm 2^{\circ}\text{C}$) temperatures. Substitutions of JSF and polydextrose showed an increased and decreased in specific gravity and viscosity of the batter, respectively. The pH of batters ranged from 6.50 to 6.70. Physical characteristics (height, volume and specific volume) of muffins were reduced significantly ($p<0.05$) with substitution of JSF. The colour of crumb and crust indicated a reduction in L and hue values but increased in a and b values with substitution of JSF. Muffins with substitution of JSF (10% JSF, 10% JSF+P, 20% JSF, 20% JSF+P) showed significantly higher ($p<0.05$) moisture, protein, ash and crude fibre contents than the control muffins (C, C+P). Muffins with polydextrose (C+P, 10% JSF+P, 20% JSF+P) indicated significant reduction in fat (26-38%) and an increased in carbohydrate (83.61-83.85%) content ($p<0.05$). Baking increased the dietary fibre and resistant starch contents of muffins. Total dietary fibre (6.51-8.20%), insoluble dietary fibre (4.65-6.33%), resistant starch (4.40-6.71%) and minerals (K, Ca, Mg and Cu) of muffins with substituted JSF were found to increase significantly ($p<0.05$). substitution of JSF reduced the stachyose and raffinose composition significantly ($p<0.05$) as compared to the control. Stachyose was undetected in muffins with polydextrose. Images from SEM, indicated that starch granules from batters with polydextrose was not clear but those from crumbs with added JSF exhibited a higher degree of gelatinization as compared to the controls (C and C+P) muffins. Sensory results indicated that all muffins were acceptable and were not different significantly

($p \geq 0.05$). Staling parameters (a_w , moisture content, soluble amylose and texture) showed that the rate of staling in muffins were slower when stored at frozen temperature.

BAB 1: PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penggunaan semula sisa dan hasil sampingan pemprosesan makanan, seperti produk pertanian yang tidak digunakan telah mendapat perhatian ramai penyelidik. Secara jelasnya, penggunaan hasil tersebut dapat menyumbang kepada sumber tersedia yang maksimum dan menghasilkan pelbagai jenis pengeluaran makanan baru. Dengan ini masalah pembuangan sisa pertanian dapat diatasi (El-Adawy & Taha, 2001).

Biasanya hanya sebahagian kecil daripada bahagian tumbuhan yang diguna terus bagi makanan manusia (El-Adawy *et al.*, 1999). Baki atau sebahagian daripadanya, mungkin boleh ditukarkan kepada nutrien bagi makanan lain atau dijadikan makanan haiwan dan baja (El-Adawy *et al.*, 1999; Kamel *et al.*, 1982). Sebagai contoh biji nangka, yang mana didapati dalam kuantiti yang banyak selepas diasingkan dari isinya. Bahagian hampas atau sisa nangka biasanya dibuang atau dijadikan makanan haiwan ternakan adalah merangkumi kira-kira 50% daripada berat buah (Jacob John & Narasimhan, 1993). Sisa industri buah-buahan seperti biji nangka berpotensi untuk diperkembangkan sebagai bahan penambah (*supplement*) yang bernilai dan berkos rendah dalam industri makanan.

Memandangkan permintaan terhadap produk makanan yang berkhasiat dan yang dapat membantu meningkatkan tahap kesihatan manusia semakin mendapat sambutan. Maka penggunaan biji nangka sebagai ramuan inovatif dan bahan tambahan mungkin dapat menghasilkan produk makanan yang berkhasiat dan mempunyai kesan positif terhadap kesihatan. Hal yang demikian kerana bahan yang wujud semulajadi dalam tumbuhan mempunyai kegunaan dari segi kesihatan dan perubatan termasuklah pencegahan dan pemulihan penyakit (Goldberg, 1994; Anon, 1993; Pszczola, 1993).

Pada masa kini, produk bakeri banyak digunakan sebagai makanan ditambah nilai atau makanan berfungsi, memandangkan ia digemari oleh semua peringkat umur. Penambahan sumber gentian, kanji atau protein di dalam produk bakeri seperti roti, kek, muffin dan biskut telah berjaya dilakukan oleh ramai penyelidik (Miyazaki & Morita, 2005; Hallen et al., 2004; Mallasy et al., 2002; Patel & Rao, 1995; Dryer et al., 1982; Zabik et al., 1977).

Muffin merupakan produk bakeri yang unik, ia merangkumi sebahagian kualiti berfungsi bagi kedua-dua roti dan kek. Produk ini dibek seperti roti, namun begitu ia kurang membentuk gluten dan mengandungi nisbah gula kepada tepung yang tinggi seperti di dalam sistem kek (Dryer et al., 1982). Muffin boleh didapati dalam pelbagai saiz, bentuk dan perisa. Ia biasanya diambil semasa sarapan pagi atau sebagai makanan ringan. Kebanyakan muffin adalah tinggi kandungan lemak dan gula, kerana kedua-dua ramuan ini penting untuk memberikan *mouthfeel*, aroma, warna serta meningkatkan isipadu dan kelembutan *crumb*. Keadaan ini mungkin menyumbang kepada pengambilan lebih kalori dan lemak bagi setiap individu (McGuire et al., 2001).

Apabila lemak di dalam produk disingkirkan atau dikurangkan, kebanyakan kualiti produk bakeri akan terjejas. Oleh yang demikian, ahli teknologi makanan sentiasa mencari alternatif untuk membangunkan produk kurang lemak yang masih mengekalkan kualiti yang sama seperti produk asal. Pengantian lemak telah dibangunkan bagi membantu meniru sifat-sifat berfungsi lemak di dalam muffin dan produk rendah lemak yang lain.

Penghasilan produk bebas lemak menggunakan bahan penggantian lemak masih lagi tidak mencapai kejayaan sepenuhnya. Kejayaan makanan kurang lemak atau bebas lemak ini bergantung kepada penerimaan sensori produk tersebut termasuklah dalam diet dan persamaannya dengan produk tinggi lemak. Kebanyakan konsumen masih

tidak bersedia untuk mengubahsui rasa demi kesihatan; oleh itu, produk rendah lemak perlu sekurang-kurangnya diterima sebagai produk tinggi lemak walaupun ia mungkin mempunyai sedikit perbezaan dari segi rasa (Roller & Jones, 1996).

Sejak kebelakangan ini, sektor produk bakeri bergiat menghasilkan produk yang rendah lemak. Oleh itu, kajian bagi membangunkan produk rendah lemak dan tambah nilai pemakanan daripada sumber asli seperti tepung biji nangka (TBN) mempunyai potensi untuk menjadi produk makanan yang berkhasiat.

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Mengkaji kesan penggantian TBN dan penggantian lemak dengan polidekstrosa ke atas rheologi adunan.
2. Mengkaji kesan penggantian TBN dan penggantian lemak dengan polidekstrosa terhadap fiziko-kimia, nilai pemakanan dan organoleptik muffin.
3. Mengkaji kesan penstoranan ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$) ke atas kualiti muffin.

BAB 2: TINJAUAN LITERATUR

2.1 NANGKA

2.1.1 Latar Belakang

Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.) tergolong dalam keluarga *Moraceae* (Piper, 1989; Bose, 1985). Ia juga dipanggil *jak-fruit*, *jack* (En). Perancis: *Jacquier*, Malaysia dan Indonesia: *nangka*, Filipina: *langka*, Thailand: *khanum*, Kambodia: *khnor*, Laos: *miiz*, *miiz hnan* dan Vietnam: *mit* (Verheij & Coronel, 1991). Nama jak atau jack yang bermaksud bulat dipercayai berasal daripada perkataan Malayalam dan disebut oleh bangsa Portugis ketika pertama kali melihat buah nangka di Selatan India (Betty, 1975).

Tanaman nangka banyak terdapat di bahagian Asia tetapi kebanyakannya tumbuh meluas di India dan Bangladesh. Nangka dipercayai berasal dari India dan ditanam dengan meluas di Selatan Asia, Timur India dan wilayah lain yang bercuaca panas di kedua-dua hemisfera. Pokok nangka tersebar di Assam, Bihar, Selatan India dan kaki bukit Himalaya di Utara India. Nangka juga terdapat di Malaysia, Thailand, Indonesia, Burma, Brazil dan Filipina.

Buah nangka merupakan buah yang popular di India khususnya antara musim bunga dan musim panas (Singh *et al.*, 1991). Ia merupakan sumber makanan kepada penduduk dan binatang ternakan apabila sumber makanan utama iaitu bijirin tidak mencukupi pada masa itu (Rahman *et al.*, 1999). Nangka adalah buah yang boleh didapati dengan harga yang murah dan ia kurang popular sebagai buah komersil berbanding buah-buahan lain. Di Malaysia, buah nangka digemari oleh kaum India dan Melayu berbanding kaum Cina (Betty, 1975).

Terdapat dua jenis nangka yang telah dikenalpasti iaitu nangka yang berisi manis dan padat dan nangka berisi lembut dan rasa lebih tajam (Hayes, 1960). Menurut Betty

(1975; 1967) di Malaysia terdapat dua jenis nangka iaitu yang berisi padat dan berisi lembut.

2.1.2 Pengeluaran dan Pasaran Nangka di Malaysia

Di Malaysia kebanyakan pokok nangka ditanam dalam keadaan separa dusun atau dusun yang bersaiz kecil. Kini banyak pengusaha ladang besar telah mempelbagaikan tanaman ladang mereka dengan jenis nangka untuk pemprosesan (Mohamad Idris, 1991). Tiga jenis klon nangka yang telah disyorkan oleh Jabatan Pertanian untuk ditanam secara komersil oleh pengusaha iaitu J 29, J 31 (N.S 1) dan J 32 (Anon, 1999).

Pokok nangka banyak di tanam di Johor, Kelantan dan Kedah. Pengeluarannya dijangka meningkat sebanyak 2% iaitu berada di paras 11,404 tan metrik (TM) dan 11,663 TM masing-masing bagi tahun 2005 dan 2006. Potensi pasaran nangka di Malaysia diramalkan mengalami peningkatan sebanyak 2% dan bagi tahun 2005 dan 2006 masing-masing adalah 11,412 TM dan 11,671 TM. Peningkatan ini digambarkan sebahagiannya oleh saiz pasaran domestik dan juga eksport masing-masing hampir 55% dan 13% bagi kedua-dua tahun tersebut (Anon, 2005a). Jadual 2.1 menunjukkan keluasan tanaman nangka di Semenanjung Malaysia dari tahun 1996-1999.

Biasanya penggunaan buah nangka adalah dimonopoli oleh pengguna di sektor isirumah iaitu sekitar 92% daripada keseluruhan penggunaan tempatan bagi tahun 2005 dan 2006. Manakala 8% lagi diagihkan secara sekata oleh sektor institusi dan kilang. Pasaran eksport buah nangka di Malaysia dijangkakan mengalami peningkatan pada tahun 2005 dan 2006 dengan kenaikan 2% nilai eksport nangka berbanding tahun-tahun sebelumnya (Anon, 2005a). Malaysia banyak mengeksport nangka ke Singapura, Netherlands, Jerman, Perancis, Hong Kong, Brunei, Belgium dan Thailand.

Kebanyakan nangka yang dieksport adalah dalam keadaan segar atau diproses untuk ditinkan atau diawet sebagai buah kering (Mohamad Idris, 1991).

Jadual 2.1: Keluasan tanaman nangka di Semenanjung Malaysia.

Negeri	Keluasan (hektar) mengikut tahun			
	1996	1997	1998	1999
Johor	627	679	709	741
Kedah	235	236	238	246
Kelantan	435	419	397	380
Melaka	91	91	90	91
Negeri Sembilan	163	169	184	192
Pahang	238	236	242	242
Pulau Pinang	69	69	64	65
Perak	122	121	126	117
Perlis	49	50	50	50
Selangor	305	301	209	206
Terengganu	185	185	184	179
Jumlah	2519	2556	2493	2508

Sumber: Anon, (2004a).

2.1.3 Struktur Biji Nangka

Menurut Winton & Winton (1935), satu biji buah nangka mengandungi kira-kira 8 hingga 12% biji. Biji nangka adalah berbentuk bujur telur (Fred & Eiseman, 1988) bersaiz 2-4 sm panjang dan 1.5-2.5 sm tebal, rangup dan berwarna putih (Verheij & Coronel, 1991). Biji nangka diselaputi oleh selaput yang nipis berwarna perang yang dinamakan spermoderma. Membran ini pula diselaputi oleh suatu lapisan pelindung yang tebal dan lutsinar berwarna putih iaitu aril (Bobbio *et al.*, 1978).

2.1.4 Komposisi Kimia

Biji nangka adalah kaya dengan karbohidrat dan protein (Kumar *et al.*, 1988; Bobbio *et al.*, 1978). Kajian terhadap komposisi biji nangka ini telah banyak dilakukan oleh penyelidik (Hasidah, 2004; Kumar *et al.*, 1988). Komposisi kimia bagi biji nangka dapat dilihat dalam Jadual 2.2.

Jadual 2.2: Komposisi kimia biji nangka.

Komposisi	Biji ^a (%)	Biji ^b (%)	Biji ^b (%)	Biji (kering) ^b (%)	Biji ^c (%)	Biji ^c (%)	Biji ^d (g/100g)
Kalori(Kcal/100g)	-	-	-	-	146.06	140.33	-
Lembapan	63.24	51.60	70.35	-	63.19	64.87	51.60-57.77
Protein	13.79	6.6	1.60	12.21	6.75	6.25	6.6
Lemak	0.75	0.4	0.25	1.97	0.78	0.89	0.4
Karbohidrat	18.45	34.4	26.45	75.66	28.01	6.83	38.4
Abu	4.77	-	-	-	-	-	1.25-1.50
Gentian	2.52	1.50	0.68	7.32	-	-	1.50
Bahan mineral(%)	-	1.50	1.50	3.01	1.27	1.16	-
Kalsium (mg/100g)	182.84	0.05	-	-	-	-	-
Fosforus (mg/100g)	620.14	0.10	-	-	-	-	0.05-0.55
Ferum (mg/100g)	0.27	1.20	-	-	-	-	0.13-0.23
Natrium (mg/100g)	150.22	-	-	-	-	-	0.002-1.20
Kalium (mg/100g)	112.98	-	-	-	-	-	
Kuprum (mg/100g)	0.22	-	-	-	-	-	
Magnesium (mg/100g)	113.93	-	-	-	-	-	

Sumber: ^aHasidah, (2004); ^bBerry & Kalra, (1988); ^cKumar *et al.*, (1988); ^dMorton, (1987)

2.1.4.1 Karbohidrat

Karbohidrat diklasifikasikan berdasarkan kepada darjah pempolimeran (DP) sebagai gula (mono- dan disakarida), oligosakarida (mengandungi dua hingga sepuluh unit monosakarida), dan polisakarida (mengandungi sepuluh atau lebih unit monosakarida) (Shallenberger & Birch, 1975). Karbohidrat merupakan komposisi utama dalam biji nangka iaitu kira-kira 78.3% (Peter, 1999) dengan komposisi D-glukosa lebih daripada 99% (Berry & Kalra, 1988).

2.1.4.1.1 Kanji

Kanji merupakan simpanan utama polisakarida dalam tumbuhan yang terdiri daripada polimer D-glukosa. Biji nangka dilaporkan kaya dengan kandungan kanji iaitu dalam julat 12.7-15.4% (Oates & Powell, 1995), 14.35%-15.5% (Kumar *et al.*, 1988) dan 25-52% (Bobbio *et al.*, 1978). Kandungan kanji yang berbeza adalah bergantung kepada proses pemencilan kanji, jenis dan kematangan biji serta keadaan persekitaran. Oates & Powell (1995) mendapati kehadiran bahan gumpalan yang tak larut memberikan masalah semasa proses pemencilan kanji daripada biji nangka dan longan, yang mana bahan tersebut bergabung dengan kanji dan menghasilkan mendapan yang berwarna kecoklatan.

Granul kanji biji nangka mempunyai bentuk bulat atau seperti loceng dengan julat saiz antara 7 hingga 11 μ m (Bobbio *et al.*, 1978). Dalam gandum, *rye* dan barli terdapat dua jenis populasi granul iaitu; granul besar jenis-A berbentuk lentikular (purata diameter antara 14 μ m dalam gandum), dan granul kecil jenis-B berbentuk sfera (Soulaka & Morrison, 1985). Tulyathan *et al.*, (2002) mendapati kanji biji nangka terdiri daripada granul kanji jenis-A, seperti yang diperhatikan pada kanji jagung (28% amilosa) dan kanji jagung berlilin (tanpa amilosa) di mana kedua-dua kanji tersebut menunjukkan corak tipikal kanji jenis-A (Cheetham & Tao, 1998). Jadual 2.3 menunjukkan komposisi kimia kanji bagi biji nangka.

Jadual 2.3: Komposisi kimia kanji biji nangka.

Komposisi	Peratus (%)
Lembapan	13.0
Lemak	0.64
Protein	0.32
Abu	0.22
Amilosa	28.1
Glukosa (hidrolisis)	99.1

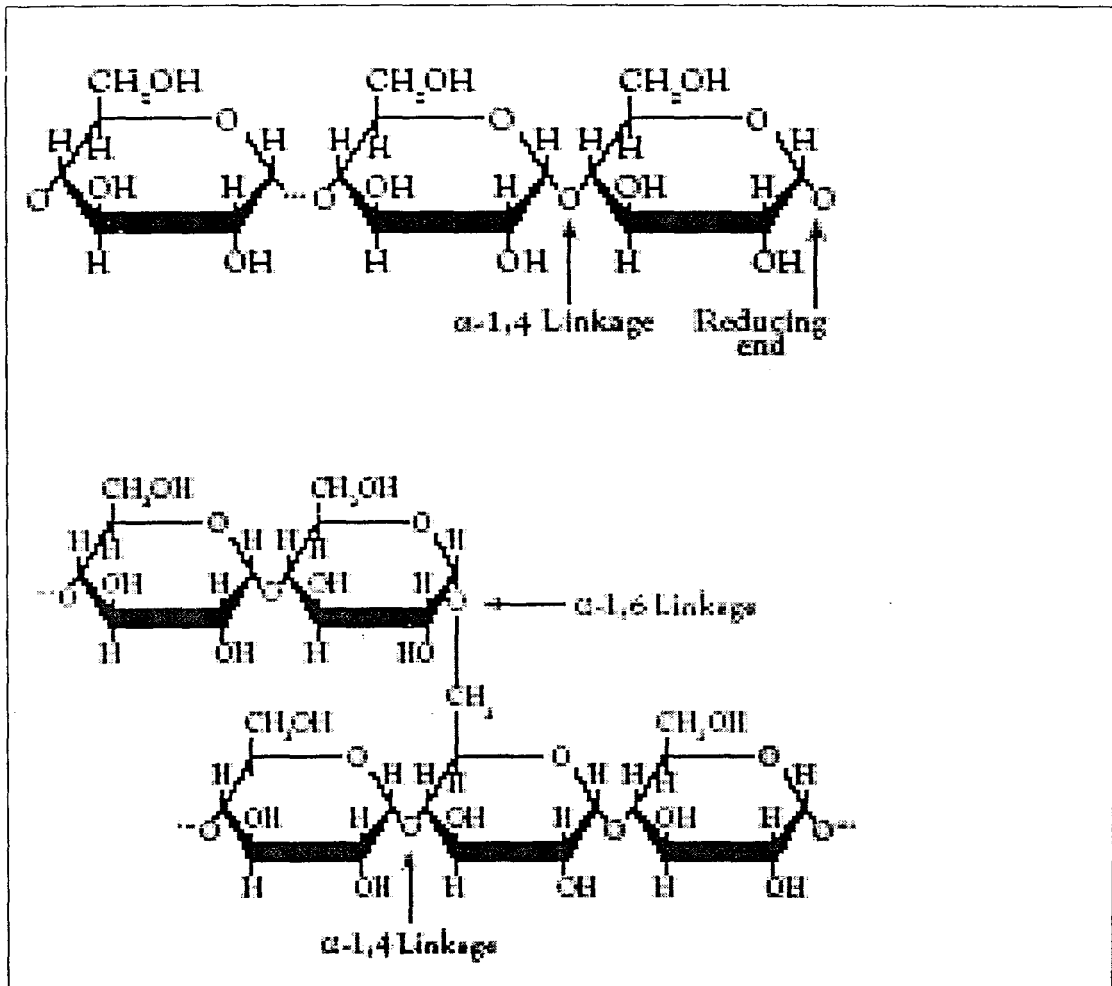
Sumber: Berry & Kalra, (1988)

Granul kanji terdiri daripada dua polimer yang berbeza iaitu rantaian lurus, amilosa dan rantaian bercabang, amilopektin dalam nisbah bandingan yang tetap (kira-kira 20:80) bergantung kepada botani asal (García-Alonso *et al.*, 1999). Kedua-dua molekul ini dihubungkan melalui ikatan hidrogen dan disusun secara radial dalam lapisan-lapisan untuk membentuk granul (Hegenbert, 1996).

Kandungan amilosa di dalam biji nangka telah dilaporkan oleh beberapa penyelidik dalam julat 32% (Tulyathan *et al.*, 2002), 27-28% (Oates & Powell, 1995) dan 15-28% (Berry & Kalra, 1988). Kebanyakan kanji asli mengandungi amilosa dalam julat 25-29%, tetapi terdapat juga kanji berlilin dan kanji beramilosa tinggi seperti yang dilaporkan dalam barli, jagung, beras dan gandum. Kanji berlilin atau kanji beramilopektin tinggi, tidak mempunyai kandungan amilosa, manakala kanji yang beramilosa tinggi seperti jagung-amilosa (*amylomaize*) mengandungi 70% amilosa (García-Alonso *et al.*, 1999).

Molekul linear amilosa terdiri daripada unit-unit α -D-glukosa yang dihubungkan pada ikatan α -1, 4, manakala amilopektin terdiri daripada rantai-rantai pendek α -1,4-D-glukosa dengan cabang-cabang pada ikatan α -1,6 (Rajah 2.1) (Ahmad & William, 1998). Walaupun amilosa biasanya dianggap berstruktur linear, amilosa tidak dihidrolisis

sepenuhnya oleh α -(1,4)-amilase spesifik, kecuali dengan penambahan α -(1,6) glukon hidrolase (contohnya pullulanase). Ini menunjukkan bahwa kehadiran di dalam molekul amilosa, puratanya 2 hingga 8 titik cabang per molekul dan julat panjang rantai-rantai sisi adalah 4 hingga melebihi 100 unit-unit glukosa bergantung kepada sumber dan jenis kanji (Galliard & Bowler, 1987).



Rajah 2.1: Struktur molekul linear amilosa dan molekul bercabang amilopektin (Lallemand. Inc, 1996).

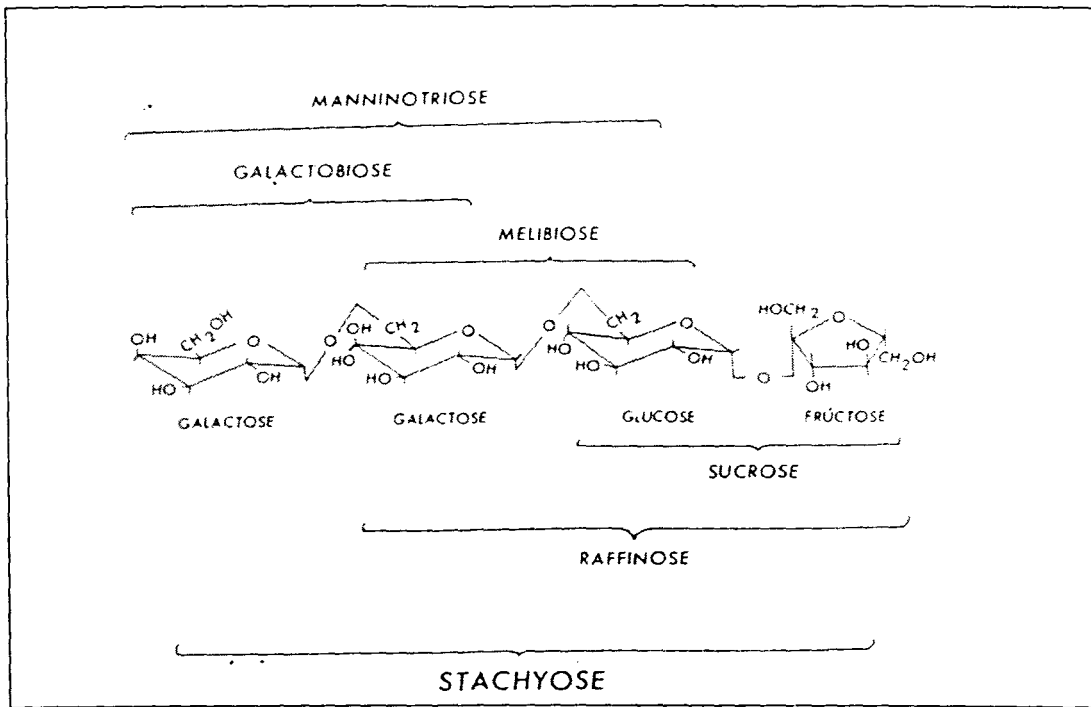
2.1.4.1.2 Oligosakarida

Oligosakarida terdiri daripada polimer monosakarida samada dari jenis homo- atau hetero-. Sebatian oligosakarida terdiri daripada unit rantaian glikosidik dalam julat 2 hingga 10, manakala rantaian glikosidik yang melebihi 10 unit akan membentuk sebatian polisakarida (DeMan, 1990). Berdasarkan nomenklatur IUB-IUPAC, oligosakarida ditakrifkan sebagai sakarida yang mengandungi sesetengah gula antara tiga dan sepuluh. Manakala sesetengah penulis telah mengklasifikasikan sakarida sebagai gula yang terdiri daripada 3 hingga 19 unit monosakarida (Voragen, 1998). Oligosakarida terdiri daripada kelas karbohidrat polimerik yang besar dan penting, ia dijumpai bebas atau dalam bentuk gabungan (DeMan, 1990). Walaupun bilangan oligosakarida adalah banyak, tetapi hanya beberapa komponen yang banyak dijumpai di dalam makanan seperti yang disenaraikan dalam Jadual 2.4. Oligosakarida terdiri daripada cantuman beberapa bahagian monosakarida D-glukosa, D-galaktosa dan D-fruktosa, dan ia berkait rapat antara satu sama lain seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2.

Jadual 2.4: Komposisi oligosakarida yang biasa terdapat dalam makanan.

Oligosakarida	Komposisi
Sukrosa	(α -D-glucopyranosyl β -D-fructofuranoside)
Laktosa	(4-O- β -D-galactopyranosyl-D-glucopyranose)
Maltosa	(4-O- α -D-glucopyranosyl-D-glucopyranose)
α , α -Trehalosa	(O- α -D-glucopyranosyl- α -D-glycopyranoside)
Rafinosa	[O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-fructofuranoside]
Stakiosa	[O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-fructofuranoside]
Verbaskosa	[O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-O- α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-fructofuranoside]

Sumber: Shallenberger & Birch (1975).



Rajah 2.2: Komposisi utama oligosakarida yang wujud dalam makanan. (DeMan, 1990)

Kandungan oligosakarida dalam biji nangka telah dikaji oleh Bobbio *et al.*, (1978) dengan menggunakan kaedah kromatografi kertas dan hanya D-glukosa sahaja yang dapat dikesan. Hasidah (2004) melaporkan kuantiti sukrosa dan stakiosa adalah tinggi dalam biji nangka, manakala rafinosa dan verbaskosa tidak dapat dikesan. Perbezaan kandungan oligosakarida, gula disakarida dan monosakarida dalam biji nangka mungkin dipengaruhi oleh tahap kematangan biji, keadaan agronomik pertumbuhan nangka (Rahman *et al.*, 1999) dan teknik pengekstrakan akues, air dan alkohol (Trugo *et al.*, 1995; Molnár-Perl *et al.*, 1985).

Oligosakarida terutama rafinosa, stakiosa dan verbaskosa penyumbang kepada masalah flatulen, yang mana oligosakarida ini menghasilkan gas CO_2 , H_2 dan sejumlah kecil metana (CH_4) yang menyebabkan perut kembung, kejang, cirit birit dan rasa mual (Steggerda, 1968). Hal ini berlaku kerana oligosakarida dari keluarga rafinosa tidak dapat dihadamkan kerana ketiadaan enzim α -1-6-galaktosidase di dalam salur usus

mukosa. Ketiadaan α -1-6-galaktosidase yang mampu menghidrolisis sambungan α -1-6-galaktosidik menyebabkan pengumpulan sakarida di dalam usus besar kerana ia tidak dapat diserap ke dalam darah, seterusnya mengalami fermentasi anerobik oleh bakteria terutamanya *Clostridia* (Porzucek *et al.*, 2002; Nowak, 1992; Nowak & Steinkraus, 1988; Murphy, 1973;). Proses ini disertai dengan penghasilan gas-gas yang menyebabkan flatulen (Olson *et al.*, 1982; Reddy *et al.*, 1980).

Memandangkan faktor penyebab flatulen daripada oligosakarida dalam makanan berasaskan kekacang menghadkan nilai biologikal dan penerimaan pengguna, maka ramai penyelidik telah berusaha membuat kajian bagi mengurangkan kandungan oligosakarida dalam kekacang. Beberapa proses yang telah dilakukan seperti pembuangan kulit, merendam, memasak (autoklaf, perebusan, mikrogelombang), fermentasi, tekanan, teknik iradiasi gamma, percambahan dan perlakuan enzim α -galaktoside dari mikrob atau tumbuhan dapat mengurangkan kandungan oligosakarida (De Fátima Viana *et al.*, 2005; Mubarak, 2005; Egounlety & Aworh, 2003; Porzucek *et al.*, 2002; Machaiah & Pednekar, 2002; Guimarães *et al.*, 2001; Mulimani & Devendra, 1998; Scalabrini *et al.*, 1998; Sanni *et al.*, 1997).

2.1.4.2 Protein

Secara amnya, terdapat dua jenis protein yang hadir dalam biji-bijian; iaitu protein metabolit yang mana mempunyai berat molekul rendah dan protein simpanan (Adele, 1975). Protein simpanan boleh diklasifikasikan kepada albumin (larut air), globulin (larut dalam garam) dan glutenin (larut dalam asid atau alkali). Lebih 87% protein simpanan adalah terdiri daripada globulin (Salunkhe *et al.*, 1992). Beberapa penyelidik telah melaporkan kandungan protein di dalam biji nangka adalah dalam julat 6.25 hingga 13.8 % (Hasidah, 2004; Kumar *et al.*, 1988; Chin & Yong, 1980; Bobbio *et al.*, 1978).

Kumar *et al.*, (1988) melaporkan biji nangka 'Kathari' mengandung kandungan globulin (32.41%) dan glutelin (16.67%) yang tinggi berbanding biji jenis 'Bharat Baramasi' yang mana tinggi kandungan protein bukan nitrogen (7.00%), albumin (9.00%) dan prolamin (18.00%). Walau bagaimanapun, kandungan globulin merupakan bahagian utama nitrogen total bagi kedua-dua jenis biji nangka ini dan diikuti dengan albumin yang paling sedikit. Manakala, Singh *et al.*, (1991) melaporkan pecahan utama bagi protein biji nangka adalah albumin dan globulin (56.4%) dan yang terkecil adalah prolamin (16.2%). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan protein biji nangka seperti lokasi geografi, kultivar berbeza, baja yang digunakan dan juga kematangan biji.

Biji nangka mengandungi protein sebanyak 9.4% dengan koefisien bagi keupayaan penghadaman dan nilai biologi adalah 71.5% dan 28% (Berry & Kalra, 1988). Singh *et al.*, (1991) mendapati sebanyak 89% protein biji nangka boleh dihadamkan secara *in vitro* dan protein biji nangka juga mudah larut dalam medium berasid. Kebolehan biji nangka melarut dalam medium berasid menunjukkan protein biji nangka boleh digunakan dalam formulasi makanan berasid seperti minuman berkarbonat kaya protein (Kinsella, 1979).

2.1.4.3 Lemak

Kandungan lemak dalam biji nangka dilaporkan rendah oleh beberapa penyelidik iaitu sebanyak 0.4- 0.5% (Berry & Kalra, 1988; Boobbio *et al.*, 1978; Morton, 1987), 0.78- 0.89% (Kumar *et al.*, 1988), 0.99% (Tulyathan *et al.*, 2002) dan 2.1% (Singh *et al.*, 1991). Buah nangka liar (*A. hirsutus*) mempunyai biji yang kaya dengan kandungan minyak, yang mana boleh digunakan untuk memasak. Kandungan jumlah lipid (24.4%) di dalam nangka liar terdiri daripada lipid neutral (63%), glikolipid (21%) dan fosfolipid (16%). Komposisi lipid neutral kebanyakannya adalah gliserida, asid lemak bebas, dan hidrokarbon dengan sterol bebas (1.3%) dan sterol ester (5-6%), manakala asid linolik

dan palmitik adalah paling banyak dikesan di dalam biji nangka liar (Berry & Kalra, 1988).

2.1.4.4 Vitamin dan Mineral

Biji nangka kaya dengan vitamin A, C, dan merupakan sumber vitamin B₁ dan B₂ (Melantha, 1999). Biji nangka juga mengandungi 1.31 ± 0.83 mg/100 g α -tokoferol pada asas berat basah (Berry & Kalra, 1988; Morton, 1987). Soong & Barlow (2004) mendapati kandungan fenolik dan kapasiti antioksidan dalam biji buah adalah tinggi berbanding bahagian yang boleh dimakan. Beliau melaporkan aktiviti antioksidan dalam biji dan isi nangka adalah 25.4 μ mol/g dan 11.0 μ mol/g manakala kandungan fenolik 27.7 mg/g dan 0.9 mg/g. Kebanyakan antioksidan lipofilik neutral, seperti fosfolipid, tokoferol dan karotenoid akan menurun dengan peningkatan suhu (Azizah *et al.*, 1999).

Biji nangka juga dilaporkan mengandungi bahan mineral sebanyak 1.5% (Melantha, 1999) yang terdiri daripada kalsium 0.05 mg, fosforus 0.13 mg dan ferum 1-2mg/100g (Berry & Kalra, 1988; Morton, 1987). Hasidah, (2004) melaporkan biji nangka mengandungi kandungan fosforus dan kalium yang tinggi iaitu sebanyak 620.14 mg/100g dan 1122.98 mg/100g. Perbezaan paras kandungan mineral dalam biji nangka turut dipengaruhi oleh spesis nangka dan kawasan penanaman.

2.1.5 Penggunaan Biji Nangka.

Nangka merupakan buah pelbagai guna. Keseluruhan buah boleh diadaptasikan kepada pelbagai kegunaan sama ada dalam bentuk proses atau bentuk mentah. Buah nangka yang belum masak dijadikan sayuran gulai atau kerabu (Halimatul, 1998). Manakala buah yang masak boleh dimakan mentah atau diproses sebagai jem, jeli dan minuman (Verheij & Coronel, 1991). Penggunaan biji nangka sebagai sumber makanan telah diketahui sejak dulu lagi. Pelbagai kaedah boleh dilakukan terhadap biji

angka seperti direbus, dipanggang atau direbus dan diawet dalam air gula seperti buah berangan. Biji angka juga telah berjaya dikalengkan dalam air masin, kari dan sos tomato (Morton, 1987). Biji angka yang telah dikeringkan dan dikisar untuk dijadikan tepung yang mana digunakan bersama tepung gandum untuk pembekuan (Verheij & Coronel, 1991).

Nangka juga terkenal dengan ciri-ciri perubatannya. Orang Cina menganggap isi nangka dan tonik daripada biji nangka berkhasiat untuk penyejukan badan dan juga untuk mengatasi kesan alkohol. Manakala di Asia Tenggara, kanji dari biji nangka digunakan untuk melegakan penyakit hati dan biji yang telah dipanggang dianggap sebagai ubat aprodisiak (Verheij & Coronel, 1991; Piper, 1989). Biji nangka boleh direbus dan dimakan sebagai pelawas kencing, buang angin dan juga julap.

2.2 TEPUNG KOMPOSIT

2.2.1 Latar belakang

Tepung komposit didefinisikan sebagai campuran tepung bukan gandum (*non-wheat flour*) dengan penambahan atau tanpa penambahan tepung gandum (Bamidele et al., 1990). Tepung bukan gandum ini diklasifikasikan sebagai tepung atau kanji yang dihasilkan dari akar, ubi, bijirin, biji dan sebagainya (Nout, 1977). Pada asalnya, tepung komposit hanya dicadangkan penggunaannya dalam roti dan produk pembekuan yang kecil. Namun begitu, penggunaan tepung komposit telah diaplikasikan dalam produk pasta dan snek semperitan untuk pemakanan manusia. Usaha untuk mencipta istilah tepung komposit telah menjadi semakin rumit kerana ia perlu merangkumi ketiga-tiga kumpulan makanan tersebut. Sehubungan itu, satu cadangan telah dibuat oleh Seibel, (2005) bagi mendefinisikan tepung komposit; 'tepung komposit adalah campuran tepung dari ubi yang kaya dengan kanji (ubi kayu, keladi, kentang) dan/ atau tepung kaya protein (soya, kekacang) dan/ atau bijirin (jagung, beras, millet) dengan atau

tanpa tepung gandum, ia digunakan untuk membuat makanan terutama di negara yang membangun'.

Dalam tahun 1960-an dan 1970-an permintaan terhadap roti di negara membangun telah meningkat. Hal ini disebabkan pertumbuhan populasi yang konstan, perubahan tabiat pemakanan dan peningkatan sumber pendapatan, ini bermakna lebih banyak pendapatan dibelanjakan untuk makanan. Dalam kebanyakan kes, gandum dan tepung gandum bagi membuat roti perlu diimport. Maka pada tahun 1964, Pertubuhan Makanan dan Pertanian Sedunia telah mengambil inisiatif melancarkan 'Plan Program Tepung Komposit' yang bertujuan untuk membangunkan produk bakeri daripada sumber tempatan selain daripada tepung gandum (Almazan, 1990).

2.2.2 Kebaikan Tepung Komposit

Bagi negara membangun, penggunaan tepung komposit dapat memberikan beberapa kebaikan iaitu (Chatelangat, 1973);

- Menjimatkan pengeluaran mata wang dengan mengurangkan import tepung gandum.
- Mempromosikan hasil dari tumbuhan asli.
- Menyediakan sumber protein untuk pemakanan manusia
- Penggunaan yang lebih baik dari hasil domestik pertanian.

Ramai penyelidik telah membuat kajian terhadap produk bakeri dengan menggantikan sebahagian tepung gandum dengan tepung komposit seperti penambahan tepung dari biji mangga ke dalam tepung gandum untuk penghasilan biskut (Arogba, 1999). Tepung barli (Gill *et al.*, 2002) dan tepung ubi (Khalil *et al.*, 2000) dalam penghasilan roti, tepung beras berkilin (Stacy Johnson, 1990) dan tepung kacang *navy* (Cady *et al.*, 1987) dalam penghasilan muffin.

Di negara Eropah dan Amerika Utara, roti berasaskan bijirin dihasilkan dalam kuantiti yang banyak, maka tiada pasaran untuk produk daripada tepung komposit. Walau bagaimanapun, campuran tepung dengan bahan mentah pertanian yang lain telah menarik minat mereka untuk menghasilkan roti yang mempunyai nilai tambah.

Penambahan tepung komposit di dalam produk bakeri seperti roti, biskut, kek dan muffin turut menyumbangkan gentian dietari dan kanji rintang. Selain itu ia juga dapat meningkatkan kandungan nutrien seperti mineral, vitamin dan asid amino (Singh *et al.*, 2003; Mallasy *et al.*, 2002; Della Gatta & Piergiovanni, 1996). Tepung komposit juga boleh digunakan dalam produk bakeri untuk individu yang menghadapi penyakit *celiac* (Seibel, 2005), yang sensitif terhadap rantai tertentu asid amino dalam pecahan prolamin gandum (gliadin), rye (secalin) dan barli (hordein) (Thompson, 2003). Pengambilan rantai asid amino ini mencetuskan perubahan histologi kepada mukosa usus kecil yang boleh menyebabkan kekurangan penyerapan nutrien (Thompson, 2003)

2.2.3 Tepung Biji Nangka Sebagai Tepung Komposit

Biji nangka mempunyai potensi untuk penghasilan tepung kerana ia kaya dengan kandungan karbohidrat iaitu sekitar 38.4 hingga 78.3% (Peter, 1999; Chin & Yong, 1980). Tepung merupakan salah satu penyumbang karbohidrat yang terbesar dalam diet manusia. Menurut Zubaidah, (1992) kira-kira 50-75% daripada jumlah karbohidrat dalam diet harian seseorang terdiri daripada kanji. Sebanyak 5% daripada makanan yang berkanji di dunia adalah bersumberkan tanaman berubi seperti ubi kayu, kentang serta keladi, manakala selebihnya adalah berasaskan bijirin (Dendy & Dobraszczyk, 2001).

Kajian terhadap TBN telah dijalankan oleh beberapa orang penyelidik sebelum ini iaitu Hasidah, 2004; Tulyathan *et al.*, 2002 dan Singh *et al.*, 1991. Komposisi kimia dan

oligosakarida bagi tepung biji nangka berbanding tepung naik sendiri adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.5.

Jadual 2.5: Komposisi kimia dan oligosakarida bagi tepung biji nangka berbanding tepung naik sendiri

Komposisi kimia (%)	Tepung biji nangka ^a	Tepung biji nangka dengan spermoderma ^b	Tepung biji nangka tanpa spermoderma ^b	Tepung biji nangka ^c	Tepung naik sendiri (g/100g) ^d
Lembapan	8.64±0.09	7.70±0.20	8.57±0.25	5.10	10.59
Protein	11.27±0.33	11.02±0.46	11.17±0.21	17.2	9.89
Lemak	0.72±0.01	1.01±0.12	0.99±0.08	2.2	0.97
Abu	3.66±0.11	3.97±0.04	3.92±0.03	3.6	4.33
Gentian kasar	3.28±0.02	2.36±0.04	1.67±0.11	3.06	0.23
Karbohidrat	75.71	81.64	82.25	74	74.22
Stakiosa (g/100g)	0.78±0.03	-	-	-	-
Rafinosa (g/100g)	-	-	-	-	0.2

Sumber: ^aHasidah,(2004); ^bTulyathan *et al.*, (2002); ^cSingh *et al.*, (1991); ^dDrake *et al.*, (1989)

Singh *et al.*, (1991) telah membuat kajian tentang ciri-ciri berfungsi tepung biji nangka dan mereka mendapati TBN mempunyai kapasiti penyerapan air yang tinggi (141%) berbanding tepung soya. Penyerapan minyak juga tinggi 90.2%-92.6% berbanding dengan tepung gandum (84.2%) dan tepung soya (84.4%) (Tulyathan *et al.*, 2002; Singh *et al.*, 1991; Lin *et al.*, 1974). Kedua-dua ciri ini membolehkan TBN digunakan dalam produk bakeri, digunakan sebagai emulsifier dan pengikat dalam makanan tinggi lemak (Sosulski & McCurdy, 1987) juga sebagai agen pemekat di dalam sup (El-Adawy & Taha, 2001)

2.3 GENTIAN DIETARI

2.3.1 Definisi dan Komposisi Gentian Dietari

Pelbagai definisi gentian dietari telah wujud di seluruh dunia ini (Food and Nutrition Board, 2002). Sesetengah definisi adalah berdasarkan kaedah analitis terutamanya digunakan untuk pemencilan dan mengkuantitikan gentian dietari, manakala yang lainnya adalah berdasarkan fisiologi (Slavin, 2003).

Secara amnya, gentian dietari didefinisikan sebagai sisa dinding tumbuhan yang tidak dapat dihidrolisiskan oleh enzim didalam salur pencernaan manusia (Trowell & Burkitt, 1975). Gentian dietari termasuklah semua komponen makanan yang tidak dapat diuraikan oleh enzim dalam salur penghadaman manusia untuk menghasilkan sebatian molekul kecil yang dapat diserap ke dalam saluran darah (Anon, 1979).

Hipsley, (1953) merupakan orang yang pertama menggunakan istilah gentian dietari bagi menerangkan dinding sel tumbuhan dalam diet, yang dianggap dapat menghalang daripada toksemia semasa mengandung. Selepas itu, istilah ini telah digunakan oleh Trowell, (1972) yang merujuk kepada komponen dinding sel tumbuhan yang rintang terhadap proses penghadaman dalam salur penghadaman manusia iaitu selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin.

Oleh kerana ketersediaan produk makanan dipasaran yang mengandungi bahan-bahan yang bersifat seperti gentian dietari samada secara analitis atau fisiologi, pasaran globalisasi makanan telah berminat untuk mencipta satu definisi berdasarkan fisiologi. Sehubungan itu, jawatankuasa yang dilantik oleh *American Assosiation of Cereal Chemists* telah mencadangkan definisi berikut; 'Gentian dietari adalah karbohidrat tak tersedia atau bahagian tumbuhan yang boleh dimakan yang rintang terhadap pencernaan dan penyerapan dalam usus kecil manusia dengan fermentasi sempurna atau separa dalam usus besar' (Anon, 2000). Gentian dietari termasuklah

polisakarida, oligosakarida, lignin dan bahan-bahan tumbuhan yang bergabung seperti lilin, kutin, nitrogen tak tersedia dan mineral (Anon, 2000; Trowell, 1974).

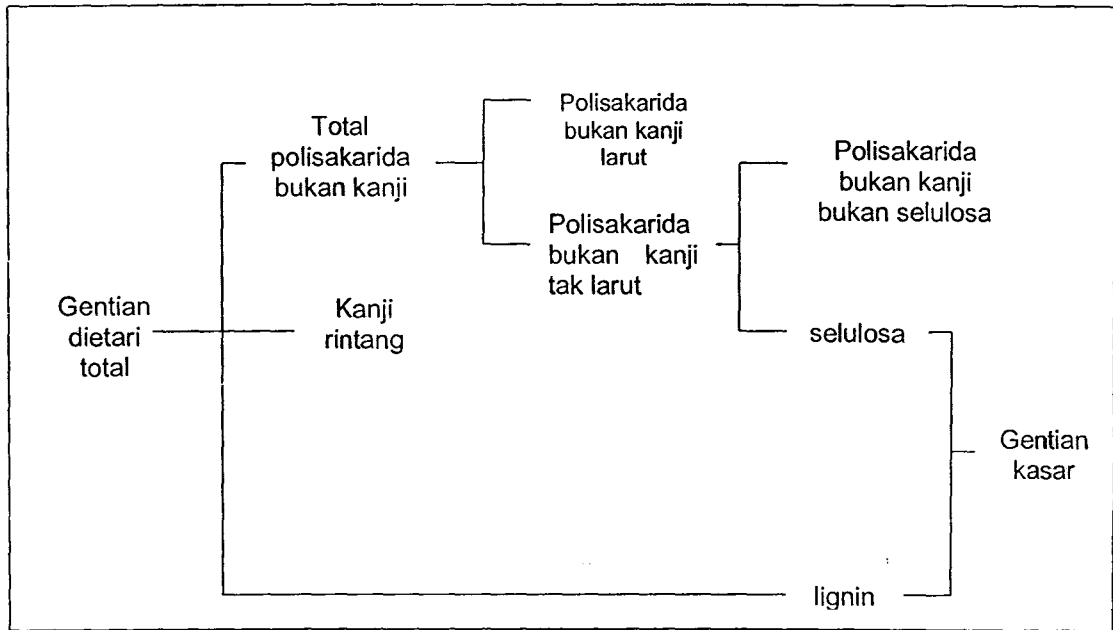
Pada Mac 2001, 'Food and Nutrition Board', *Institute of Medicine of the National Academy of Sciences* mengeluarkan cadangan untuk definisi gentian dietari yang mana ia dikendalikan oleh ahli panel yang mahir. Berdasarkan pertimbangan ahli-ahli panel, definisi bagi gentian dietari adalah seperti berikut; 'Gentian total adalah kombinasi dari gentian dietari dan gentian berfungsi'. Gentian dietari adalah komponen karbohidrat yang tak tercerna dan lignin yang asli dan sempurna dalam tumbuh-tumbuhan. Makanan yang bergentian dietari termasuklah bran bijirin, sayuran, buah-buahan dan kekacang. Kuantiti dan keaslian gentian dietari adalah berbeza di antara bijirin, buah-buahan, kekacang dan sayuran seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.6. Gentian berfungsi terdiri daripada gentian yang dipencilkan seperti pektin yang dipencilkan dari sitrus, selulosa yang dipencilkan dari pokok, karbohidrat yang tak tercerna yang mempunyai kesan fisiologikal yang berfaedah kepada manusia.

Jadual 2.6: Kepekatan gentian dietari di dalam makanan yang berbeza.

Jenis makanan	Julat kandungan gentian (g/100g)
Produk bijirin	2.0 (nasi putih) - 42.0 (bran tepung)
Sayuran kering	2.0 (kacang dal) – 25.5 (kekacang)
Buah kering dan kacang	5.0 (walnut) – 18.3 (zaitun)
Buah-buahan segar	0.5 (kebanyakan buah) – 3.0 (pir)
Sayuran hijau	1.4 (kebanyakan sayuran)-5.3 (<i>garden peas</i>)

Sumber: Thebaudin *et al.* (1997).

Takrifan fisiologi bagi gentian dietari telah diperluaskan di mana ia merangkumi semua polisakarida dalam diet yang rintang kepada enzim yang dikeluarkan oleh salur pencernaan manusia. Oleh itu, gentian dietari merujuk kepada polisakarida bukan kanji, kanji rintang dan lignin (Lee *et al.*, 1992). Sesetengah penyelidik percaya bahawa penghadaman kanji (kanji rintang) yang perlahan juga dipertimbangkan sebagai gentian dietari (Baghurst *et al.*, 1996). Hubung kait polisakarida bukan kanji, kanji rintang dan lignin sebagai komponen gentian dietari ditunjukkan dalam Rajah 2.3.



Rajah 2.3: Pecahan gentian dietari (Baghurst *et al.*, 1996).

Gentian dietari dibahagikan kepada dua kategori iaitu gentian dietari larut dan tidak larut (Ramulu & Udayasekhara Rao, 2003; Grigelmo-Meguel & Martin-Belloso, 1999). Di antara konstituen gentian dietari, komponen tak larut (selulosa, lignin dan sebahagian hemiselulosa) dan komponen larut (pektin, gam, musilej) boleh dibezakan berdasarkan keterlarutannya dalam air pada 100°C dan pH 6-7 (Grigelmo-Meguel & Martin-Belloso, 1999; Thebaudin *et al.*, 1997).

Kebolehan gentian larut memegang air dengan membentuk jaringan gel (alginat, karengenan, pektin) atau jaringan yang tebal (gam xantan, sesetengah hemiselulosa)

dalam sesetengah keadaan fiziko-kimia. Gentian tak larut mempunyai sifat higroskopik, boleh mengembang dan menyerap air sehingga 20 kali daripada berat asal (Thebaudin *et al.*, 1997). Bijirin mengandungi kandungan gentian tak larut, manakala sayuran, buah-buahan dan kacang mengandungi kadar gentian larut yang tinggi.

2.3.2 Sifat-sifat Pemakanan Gentian Dietari

Persatuan Kesihatan Sedunia (WHO) mengesyorkan supaya mengurangkan pengambilan lemak dan protein haiwan tetapi meningkatkan pengambilan bijirin yang merupakan sumber penting gentian dietari (Wang *et al.*, 2002). Pengambilan gentian dietari di negara barat biasanya adalah antara 10-25g per individu per hari. Walau bagaimanapun, pakar pemakanan telah mencadangkan pengambilan gentian bagi setiap individu adalah anggaran 35g per hari (Thebaudin *et al.*, 1997). Kajian tentang gentian dietari yang penting dalam kesihatan dan pemakanan telah mendapat perhatian daripada para penyelidik sejak pertengahan tahun 1970 (Abdul-Hamid & Luan, 2000). Sebagai terapi pemakanan, gentian dietari mempunyai kesan yang positif terhadap pencegahan penyakit dan mengekalkan kesihatan (Dashti *et al.*, 2003).

Komponen gentian dietari larut dan tak larut mempunyai peranan fisiologi yang berlainan terhadap kesihatan manusia (Vasanthan *et al.*, 2002). Khan (1993) melaporkan penyelidikan klinikal terhadap gentian dari sumber berlainan mempunyai kesan fisiologi yang berbeza. Contohnya, gentian dari bijirin mengandungi hemiselulosa yang tinggi dan dapat menambahbaikkan aktiviti usus besar. Gentian dari buah-buahan dan sayur-sayuran dilaporkan mengandungi protein yang tinggi tetapi tidak mempunyai kesan terhadap aktiviti kolon. Gentian dari buah-buahan dan sayur-sayuran hanya untuk tindakan hipokolesterolemik.

Macrae *et al.*, (1993) juga melaporkan bahawa bran gandum kaya dengan gentian tak larut yang rintang terhadap fermentasi di dalam kolon. Pengambilan gentian tak larut